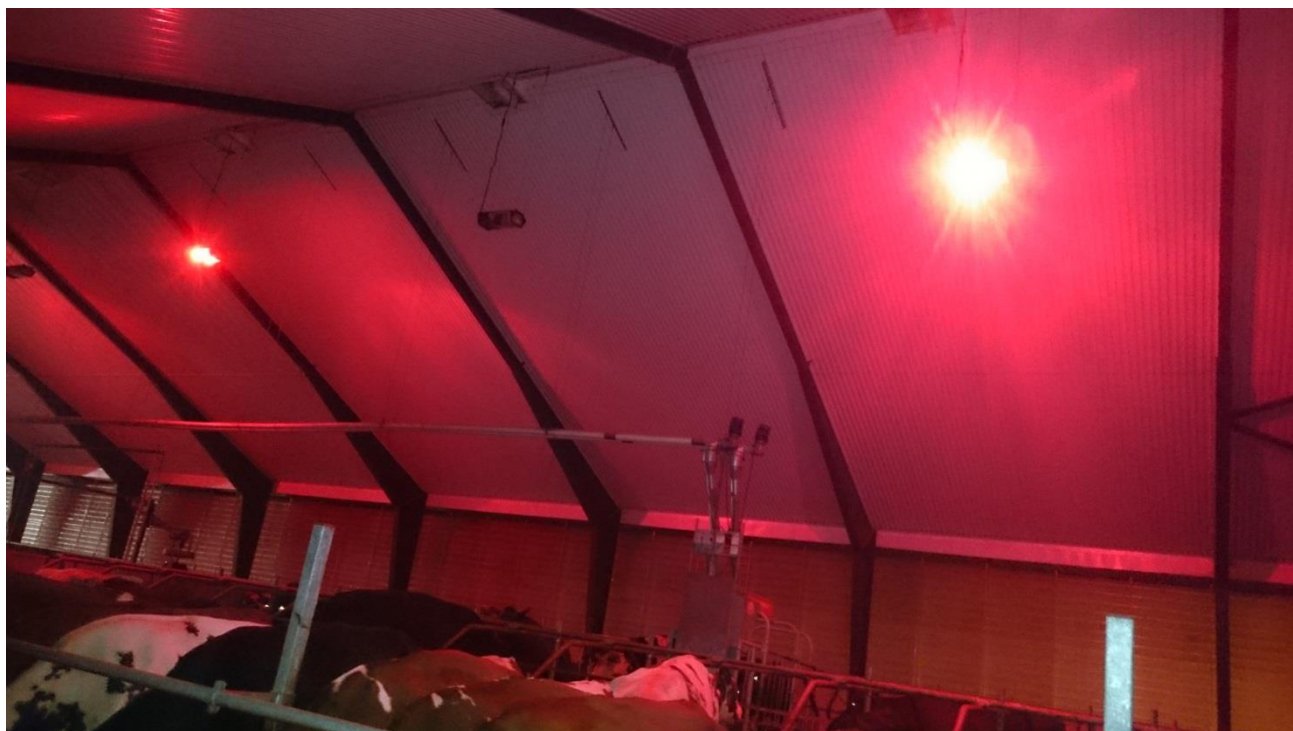


Rutiner för belysningsanvändning och utformning av belysning i lösdriфтsladugårdar för mjölkkor



Martin Jakobsson



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Rutiner för belysningsanvändning och utformning av belysning i lösdriktladugårdar för mjölkcor

Routines for use of lighting and shape of lighting in free stall barns for dairy cows

Martin Jakobsson

Handledare: Emma Ternman, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Bitr. Handledare: Nils Fall, SLU, Institutionen för Kliniska vetenskaper

Examinator: Rolf Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp

Kurstitel: Examensarbete i Husdjursvetenskap

Kurskod: EX0552

Program: Husdjursagronomprogrammet

Nivå: Avancerad A2E

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serienamn, delnr: Examensarbete / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, 561

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Mjölkcor, ljustimmar, nattbelysning, rutiner, management, enkätundersökning

Key words: Dairy cows, light hours, night light, routines, management, survey

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionens examensarbeten finns publicerade på SLUs hemsida www.slu.se.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 Uppsala
Tel. 018/67 10 00
Hemsida: www.slu.se/husdjur-utfodring-varld

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science
Department of Animal Nutrition and Management
PO Box 7024
SE-750 07 Uppsala
Phone +46 (0) 18 67 10 00
Homepage: www.slu.se/animal-nutrition-management*

Abstract

The aim of this study was to investigate and evaluate the use of light programs in Swedish dairy farms. By measuring night light at 15 dairy farms and by a questionnaire answered by 119 farmers, routines for and configuration of the use of day and night light were investigated. The literature review highlights the research areas concerning illumination and its impact on production- and fertility parameters. The results of the study showed that the most common light source, according to the questionnaire, was fluorescent lamps. The number of hours with day illumination was in average 11.5 hours and with night light in average 10.5 hours. Average intensity of night light on the measured farms was 9.7 lux. There was a positive relationship between of having lights on for 16-18 hours per day, high milk production and short calving interval, which corresponds with the literature. Farmers with good results for milk production and reproduction are aware of how they use the lightning in their barns and have routines for it. There are big variations in the night light at dairy farms around Uppsala.

Sammanfattning

Denna studie har till avsikt att undersöka och utvärdera belysning i Svenska mjölkningsstallar. Genom mätningar på 15 gårdar och enkätsvar från 119 gårdar har rutiner för och utformning av dag- och nattbelysning undersökts. Litteraturstudien behandlar forskning om belysning och dess påverkan på produktions- och fertilitetsparametrar. Vanligaste ljuskällan enligt enkätstudien, var konventionella lysrör. I medeltal hade gårdarna 11,5 timmar dagbelysning, 10,5 timmar nattbelysning och 2 timmar utan belysning. Medelintensitet för nattbelysningen, på gårdarna där mätningar utfördes, var 9,7 lux. Av försökets resultat framgick att det fanns signifikanta samband mellan att ha 16-18 timmar dagbelysning och kategorierna högavkastande gårdar samt kort kalvningsintervall, vilket stämmer överens med litteraturen. Lantbrukare som har bra resultat för mjölkavkastning och fertilitet är medvetna i hur de använder belysningen i sin ladugård och har rutiner för detta. Det finns stora variationer i hur nattbelysningen på mjölkgårdar i Uppsalaområdet är utformad.

Erkännande

Tack till alla lantbrukare som låtit mig utföra mätningar. Utan er hade detta projekt aldrig varit möjligt och det har varit ett nöje att träffa er och ta del av erfarenheter.

Tack till alla lantbrukare som tagit sig tid att svara på enkätfrågorna.

Stort tack till Emma Ternman och Nils Fall för allt stöd under arbetets gång och till Nils Erik-Larsson på Växa Sverige för hjälp med utskick av enkäten.

Innehållsförteckning

Introduktion.....	1
Hypotes och syfte.....	1
Litteratursammanställning	2
Ljus i ladugårdar	2
Färg och mörker för kor.....	2
Ljusets påverkan på produktionsparametrar	3
Dagslängd och laktation.....	3
Dagslängd och fertilitet.....	3
Dagslängd under sintiden.....	4
Dagslängd och foderintag	4
Hormonsvar på ljus	5
Prolaktin och melatonin	5
Tillväxthormon (GH) och Somatomedin C (IGF-1).....	6
Material och metoder	7
Enkätstudie.....	7
Mätningar	7
Statistisk analys.....	8
Enkätstudie.....	8
Mätningar	8
Resultat	9
Enkätstudie.....	9
Beskrivande statistik	9
Strategier för belysning.....	9
Samband mellan belysningsstyrning, belysningstimmar och avkastning	10
Samband mellan belysningstimmar och kalvningsintervall	11
Ljusmätningar	12
Beskrivande statistik	12
Ljusstyrka.....	12
Diskussion.....	14
Ras, mjölkavkastning och fertilitet	14
Ekologiska och konventionella gårdar.....	14

Dagbelysning	14
Kostnad för belysning kontra ökad produktion	14
Belysningstimmar och avkastning	15
Kalvningsintervall och dagbelysning.....	15
Nattbelysning	15
Utformning.....	15
Intensitet.....	16
Röd nattbelysning	16
Foderintag och nattbelysning	16
Varför strategi för dagbelysning men inte för nattbelysning?	17
Metod	17
Slutsatser	18
Referenser	19
Vetenskapliga artiklar	19
Övrigt	20
Bilagor.....	21
Bilaga 1 Enkätstudie	21
Bilaga 2 Karta över gårdar	23

Introduktion

Hur mörkt är det på natten i Svenska ladugårdar, och hur många av Sveriges mjölkbönder gör ett aktivt val hur belysningen ska styras i ladugården?

I Sverige fastslår djurskyddslagen att ladugårdar för mjölkkor ska vara utrustade med nattbelysning, dock finns inga regleringar för hur den ska vara utformad eller hur mycket ljus den ska ge (SJVFS 2010:15). Ljuset från en klassisk 60 W glödlampa ger upphov till ljusflödet 720 lumen (lm). Detta kan härledas till illuminans genom formeln $Illuminans = \frac{Ljusflöde}{Area}$, illuminans mäts i lux (Björk *et al.*, 1998). Tio klassiska 60 W glödlampor i en ladugård på 1000 kvadratmeter skulle därför i teorin ge upphov till $\frac{720 \cdot 10}{1000} = 7,2 \text{ lux}$, förutsatt att ljuset fördelas jämnt över hela ytan. Det finns ett stort antal alternativ gällande belysning till ladugårdar. Jämfört med 60 W glödlampan ger ett lysrör på 36 W ljusflödet 2800 lm, en 400 W högtrycksnatriumlampa ger ljusflödet 57000 lm och för en 400 W metallhalogenlampa ges ett ljusflöde om 32000 lm (Philips lightning, 2015-12-18). Detta ger de teoretiska illuminansvärdena 22,4 lux, 228 lux och 128 lux för samma ladugård med fyra armaturer för nattbelysning. Ljusflödet från en ljuskälla och antalet ljuskällor påverkar ljuset nattetid i ladugården, så att vissa platser är ljusare medan andra är mörkare. På grund av dessa faktorer borde det finnas stora skillnader hur nattbelysningen ser ut i olika ladugårdar, både vad det gäller styrka och ljusfördelning.

Tidigare studier har visat att en daglig exponering för dagsljus om cirka 16-18 timmar är lämpligt för en hög mjölkproduktion (Phillips & Schofield, 1989 och Dahl *et al.*, 2015). Dock finns endast ett fåtal studier på vilken ljusnivå som kor uppfattar som mörkt, samt hur den mörka delen av dygnet påverkar kon. Förutom fysiologiska aspekter hos kon finns olikheter mellan gårdars produktions- och fertilitetsresultat som kan härledas till en mängd olika ursprung. Bra foder, utfodringsrutiner, mjölkningsrutiner, brunstrutiner och stallhygien är exempel på åtgärder som ger bra resultat för dessa parametrar. Även ljusanvändning skulle kunna kopplas mot dessa parametrar, för att se om lantbrukare som har bra resultat i produktion och fertilitet även aktivt tänker på hur de använder belysningen.

Hypotes och syfte

Hypoteserna för denna studie är att lantbrukare som väljer medvetet hur belysningen används i ladugården har bättre resultat för fertilitet och produktion jämfört med lantbrukare som inte aktivt har valt hur belysningen ska användas, samt att det finns stora skillnader mellan olika ladugårdar hur nattbelysningen är utformad och verkar.

Syftet med denna studie är att studera användningen av och skillnader i nattbelysning i svenska ladugårdar. Detta kommer ske genom mätningar i fält och genom en enkät om belysningsanvändning.

Litteratursammanställning

Ljus i ladugårdar

Det finns ett fåtal studier om just nattbelysning i ladugårdar, betydligt fler studier har gjorts på hur stark belysningen ska vara under den ljusa perioden och hur lång denna bör vara. Bakgrunden till att ladugårdar i Sverige har nattbelysning, är att det fastslås i djurskyddslagen att ladugårdar för mjölkkor ska vara utrustade med nattbelysning (SJVFS 2010:15). Vanliga belysningstyper för ladugårdar är glödlampor och olika typer av kompaktlysrör, standardlysrör och urladdningslampor såsom kvicksilverlampor, högtrycksnatrium och metallhalogen. Även armaturer med ledteknik är på framgång (Clarke *et al.*, 2006).

Färg och mörker för kor

För att kunna uttala sig om belysning i ladugårdar är det först och främst viktigt att inse skillnaderna mellan det mänskliga ögat och ögat hos många andra däggdjur och däribland kor.

Nötkreatur har ett dikromatiskt seende, vilket innebär att de enbart har två typer av tappar, dels tappar som är känsliga för ljus med kort våglängd och dels tappar som är känsliga för ljus med medium till lång våglängd (Jacobs *et al.*, 1997; Sjaastad *et al.*, 2010). Uetake & Kudo (1994) visade i sin studie att en ljudsignal i kombination med vitt eller grönt ljus gav ett starkare stimuli för utfodring än en ljudsignal kombinerad med rött ljus. Responsen för rött ljus och ljudsignal skiljde sig inte från responsen för endast ljudsignalen. I ett annat försök visades att tapparna som är känsliga för medium till lång våglängd hade högst känslighet för ljus med en våglängd på 560 nm, medan tapparna som är känsliga för kort våglängd hade högst känslighet för ljus med en våglängd på 460 nm (Jacobs *et al.*, 1997). Blått ljus har våglängder från 420 nm upp till 490 nm, grönt ljus våglängder från 490 nm upp till 575 nm och rött ljus våglängder över 650 nm (Sjaastad *et al.*, 2010). I ett försök visade det sig att kalvar hade svårt att skilja grönt från blått ljus, men hade lätt att skilja dessa två från rött ljus. Kalvarna var även mer aktiva i behandlingen med rött ljus, medan de i behandlingen med blått ljus var lugnare. Författarna menar att detta skulle kunna tillämpas i produktionen, då olika beteenden och egenskaper eftersträvas i olika moment i hanteringen (Phillips & Lomas, 2001).

Kommersiella tillverkare tillämpar redan idag det faktum att kor har svårt att uppfatta rött ljus. Meningen med det röda ljuset är att uppfylla djurskyddslagen samtidigt som korna ska kunna behålla en naturlig dygnsrytm. Skötsel av djuren ska kunna ske nattetid utan att de påverkas av djurskötaren (Lely, 2016-04-05)

Ljusflödet från en ljuskälla mäts i lumen (lm). Hur stor yta i en ladugård som en eller ett antal ljuskällor klarar av att belysa beror på flera faktorer, såsom armaturens monteringshöjd, ljusflöde och inredning i ladugården. Ett mått för belysning per ytmeter är lm/m^2 , eller lux, som anger intensiteten ljus på en viss yta och mäts med en så kallad luxmeter (Starby, 2006). Eftersom ljusintensiteten kan variera från punkt till punkt är det vanligt att mäta ljusintensiteten vid flera olika punkter jämnt fördelade i en lokal, där rutorna kan variera mellan 0,5 och 3 meter. Lokalens storlek påverkar valet av antalet mätpunkter (Hörndahl *et al.*, 2013). Phillips *et al.* (2000) visade att ljusintensiteten påverkade hur korna rör sig. Ett dåligt underlag kombinerat med låg ljusintensitet ledde till kortare men snabbare steg. Dock påverkades inte kornas steg lika mycket av olika ljusintensiteter då underlaget var jämnt och halkfritt. Slutsatsen som drogs av detta var att korna kände sig osäkra med att gå på dåligt underlag då det var mörkt, vilket ledde

till kortare steglängd för att minska risken att halka. Optimal ljusintensitet, för att inte påverka kornas rörelser negativt, låg mellan 32 och 119 lux. Pettersson & Wiktorsson (2004) visade dock i sitt försök att olika ljusintensiteter inte påverkar kornas val av plats i lösdriften under natten. Det som jämfördes var full belysning (200 lux) och dämpad belysning (5-7 lux).

Ljusets påverkan på produktionsparametrar

Dagslängd och laktation

Phillips & Schofield (1989) visade att en förlängning av dagsljuset ökade mjölkavkastningen. Korna i studien var i sin andra laktation eller äldre och var av brittisk mjölkkras. Alla kor hade kalvat under hösten och försöket löpte från 15 oktober till 25 januari. Naturlig dagslängd var 8 timmar ljus för kontrollgruppen och ytterligare 10 timmar belysning med intensiteten 481 lux för testgruppen. Detta ledde till en avkastningsökning på i medeltal 3,3 l/dag för testgruppen. Även nyare studier, till exempel Dahl *et al.*, (2012) visar på liknande resultat, där en naturlig dagslängd med 8 timmar ljus kompletterat med 8 timmar belysning, istället för enbart 8 timmar dagsljus ledde till en genomsnittlig ökning i mjölkavkastning på 2-3 kg/dag.

Reksen *et al.* (1999) utförde en enkätstudie om belysning i ladugårdar i södra Norge. Enkäten som Reksen *et al.* (1999) använde sig av i sin studie besvarades av 1538 gårdar. På 104 av gårdarna mättes ljusintensiteten för nattbelysningen till i medeltal 36 lux med en variation mellan 4 och 160 lux. Övriga gårdar angav uppgifter om ljusförhållanden på gården i enkäten, såsom antal ljuskällor, dess styrka och storlek på ladugården. Dessa siffror kunde sedan användas till att räkna ut en teoretisk intensitet. Studien visade att tolv timmar dagsljus och tolv timmar nattbelysning var positivt för mjölkavkastningen, jämfört mot att inte använda nattbelysning över huvud taget (Reksen *et al.*, 1999).

Melatonin orsakar sänkta plasmanivåer av prolaktin, åtminstone hos kor i sen laktation. Detta visades av Auldist *et al.* (2007), som genom att förse kor med ett melatoninutsöndrande implantat minskade prolaktin i plasman och sänkte kornas avkastning. Efter tolv veckors experiment hade de behandlade kornas avkastning sjunkit med 2,3 kg ECM/dag jämfört med kontrollgruppen. Buchanan *et al.* (1991) och Sanchezbarcelo *et al.* (1991) visade att även utfodring av exogent melatonin, trots 16 eller 18 timmars ljusperiod, minskade mjölkavkastning, juvertillväxt och plasmaprolaktin. Dock inte i samma utsträckning som ökad naturlig melatoninutsöndring till följd av en kortare ljusperiod (Buchanan *et al.*, 1991). Bal *et al.* (2008) visade att 40-60 lux nattbelysning hämmade melatoninutsöndringen till blodet tillräckligt för att ge en ökad mjölkavkastning med 0,3 kg/dag och ett ökat foderintag med 0,7 kg TS/dag.

Dagslängd och fertilitet

Kor har inte samma respons till förändringar i ljusperioden som arter med säsongsstyrd brunstcykel, som till exempel många får- och getraser har. Dock kan vissa förändringar ses beroende på dagslängden. Brunstcykeln anpassas till den miljö djuret hålls i och även på ett sådant sätt att avkomman har störst chans att överleva (Sjaastad *et al.*, 2010). Inkalvningsålder kan sänkas och kor kan komma i brunst tidigare efter kalvning då de får mer dagsljus (Dahl *et al.*, 2012). Small *et al.* (2003) gjorde ett försök med fertilitet hos kötttraskvigor. I studien mättes tid tills kvigorna nådde första brunst, genom observation av antal brunstcykler vid 20 veckors ålder. Av de kvigor som hade lång dagslängd uppvisade 64 % två brunstcykler och av kvigorna som hade normal dagslängd uppvisade 49 % två brunstcykler ($p=0,06$), strax under 30 % av kvigorna uppvisade tre brunstcykler oavsett behandling.

Reksen et al. (1999) visade att gårdar där kor exponerades för normalt dagsljus och normal dagslängd, samt svag nattbelysning hade bättre reproduktionsresultat. Detta visades genom kortare kalvningsintervall, färre inseminationer per serie, färre återbrunster och färre dagar tomma gentemot jämfört mot gårdar helt utan nattbelysning. Detta kunde kopplas till kraftfoderintag genom att kor med högre mjölmängd vid första insemination hade ett högre kraftfoderintag, samtidigt som ett högt kraftfoderintag var kopplat till färre dagar tomma och kortare kalvningsintervall. Dock kunde det inte kopplas till antalet inseminationer per serie eller antalet ej återbrunstande kor.

Phillips & Schofield (1989) studerade brunstbeteende hos lakterande kor och resultaten visade på tydligare brunster vid 8 timmar ljus istället för 18 timmar ljus. Till exempel observerades ridning, såväl med som utan ståreflex vid oestrus, vilket inte skedde med den förlängda dagslängden. Även tidsfördelningen av normala beteenden såsom tid för foderintag, tid i liggbås och tid ståendes vid oestrus och dagarna efter förändrades olika beroende på ljuset. Tydligast var att korna blev mer aktiva kring oestrus. Den totala ståtiden ökade och den totala liggtiden minskade då de hade den kortare dagslängden.

Dagslängd under sintiden

Prolaktinnivån i blodet regleras genom melatoninnivån, vilket i sin tur styrs av hur mycket ljus som når ögat. En kortare dag med mindre ljus leder alltså till höjda melatoninnivåer, men sänkta prolaktinnivåer (Auldist *et al.*, 2007). Höga prolaktinnivåer under sintiden kan, enligt Dahl & Petitclerc (2003), leda till en minskad känslighet för prolaktin hos juvercellerna. Om korna haft en hög grundnivå av prolaktin under sintiden till följd av lång dagslängd med 16-18 timmar ljus, är prolaktinreceptorerna vana vid denna nivå och inte lika känsliga för skillnader. Reaktionen som uppstår till följd av den prolaktinvåg som frisätts vid kalvning blir därför inte lika kraftig. Studien av Dahl & Petitclerc (2003) styrks även av Velasco *et al.* (2008), som visade att kor som hade kort dagslängd med 8 timmar ljus under sintiden hade lägre prolaktinnivåer denna period, men fler prolaktinkänsliga receptorer i samband med kalvning. Korna som hade kort dagslängd under sintiden producerade även i medeltal 3,6 kg ECM mer per dag kommande laktation gentemot de kor som hade lång dagslängd under sintiden (Velasco *et al.*, 2008). Miller *et al.*, (2000) fick liknande resultat, med en avkastningsökning på 3,3 kg ECM per dag för kor som fick kort dagslängd med 8 timmar ljus under sintiden.

Dagslängd och foderintag

Phillips & Schofield (1989) visade i sitt försök att foderintaget ökade med 1,4 kg TS/dygn om kor fick 8 timmar naturligt dagsljus förlängt med 10 timmar belysning per dygn istället för enbart 8 timmar naturligt dagsljus. Korna var dessutom mer aktiva över hela dygnet då de fick tillskott av ljus. För gruppen som hade 10 timmar belysning per dygn visade det sig att av de kor som stod upp, befann sig störst andel i gången vid foderbordet och de lade sig snabbt i båsen efter att de kommit till liggbåsavdelningen. För gruppen som inte hade någon extra belysning stod störst andel i skrapgången i liggbåsavdelningen. Miller *et al.* (1999) visade att foderintaget ökade med 0,8 kg TS/dag med lång dagslängd med 18 timmar ljus istället för naturlig dagslängd med 9,5–14,5 timmar ljus.

Kennedy *et al.* (2004) visade i ett försök med köttaskvigor att en samverkan mellan en genom belysning förlängt dagsljus och utfodring kvällstid gav ett bättre foderutnyttjande. Detta visade

sig genom oförändrat foderintag, men trots detta en högre tillväxt och lägre fettansättning. Tanida *et al.* (1984) visade i ett försök att kor, likt naturliga förhållanden, hade störst foderintag runt gryning och skymning även då de hade en förlängd dagslängd. Dygnsrytmen behölls genom 18 timmar dagslängd följt av 6 timmar mörker, vilket gav toppar i foderintaget då belysningen tändes samt innan den släcktes. Fick korna samma ljus dygnet runt minskade foderintaget totalt sett. Velasco *et al.* (2003) och Miller *et al.* (2000) visade i sina försök att sinkor som fick kortare dagslängd med 8 timmar ljus ökade sitt foderintag, dessa kor hade även högre hullpoäng 42 dagar in i sinperioden.

Hormonsvar på ljus

Prolaktin och melatonin

Prolaktin bidrar till att laktationen fortlöper och frisätts bland annat vid tömning av juvret. Före påbörjad laktation producerar moderkakan ett prolaktinliknande hormon med liknande egenskaper, detta bidrar till tillväxt av juverceller. Under sen dräktighet ökar även produktionen av prolaktin från adenohypofysen. Under påbörjad laktation stimuleras prolaktinutsöndring vid juvertömning. Prolaktin hjälper till med metabolism i juvrets epitelceller och upprätthåller nivån av mRNA, vilket är viktigt för mjölkproteinsyntesen. Indirekt bidrar mRNA även till laktosyntesen via syntesen av proteinet α -laktalbumin (Sjaastad *et al.*, 2010).

Utsöndringen av melatonin från epifysen hämmas till följd av att ljus når ögat. Ljus som når ögat påverkar via synnerver syntesen av melatonin, vilket leder till kraftigt sänkta nivåer under den ljusa delen av dygnet (Stanisiewski *et al.*, 1988). Berthelot *et al.* (1990) undersökte hur melatoninutsöndringen hos kor verkade under normala förhållanden, detta gjordes genom att prover togs på blodplasma var sjätte minut över ett helt dygn. Då ljusintensiteten sjönk under 20 lux, visade det sig att melatoninutsöndringen började öka.

Stanisiewski *et al.* (1988) visade i ett försök med prepubertala mjölkkrastjurar att nivåer av prolaktin och melatonin varierar då de exponerades för olika långa perioder av dagsljus. Efter 4 veckor kunde förhöjda värden av prolaktin mätas hos gruppen som exponerades för ljus 16 timmar dagligen gentemot kontrollgruppens 8 timmar. Kontrollgruppen uppmätte 7,0 ng prolaktin/ml serum och testgruppen 30,9 ng prolaktin/ml serum. Dock sågs inga skillnader i prolaktin mellan konstant ljus över hela dygnet och kontrollgruppen.

Medelvärden för melatoninnivåer i blodplasma kunde inte knytas till prolaktinnivåer, utan följde snarare antalet mörkertimmar. Kalvar som fick 16 timmar mörker uppnådde högre melatoninnivåer än de som bara fick åtta timmar mörker, skillnaden var 60,1 ng melatonin/ml serum gentemot 35,0 ng melatonin/ml serum. Anmärkningsvärt var att melatoninnivån hos de kalvar som fick 16 timmar mörker sjönk redan ett par timmar innan ljusets inbrott, vilket tyder på att maximal melatoninutsöndring kan uppnås även med en kortare mörkerperiod (Stanisiewski *et al.*, 1988). Muthuramalingam *et al.* (2006) visade att ljusintensiteter över 50 lux påverkade kon fysiologiskt genom att hämma melatoninfrisättning under nattens två första timmar. Så länge nattbelysningens intensitet var max 10 lux förekom inga signifikanta förändringar i melatoninnivåerna. Dock var nästa intensitet i försöket 50 lux, vilket gör att inga resultat för melatoninnivån däremellan finns. Även Lawson & Kennedy (2001) visade att nattbelysningen bör ha en ljusintensitet under 50 lux för att inte påverka melatoninutsöndringen i större utsträckning, dock påvisades små skillnader redan mellan 0 lux och 50 lux. Försöket gjordes på kvigor och visade att 400 lux ljusintensitet nattetid ledde till att

melatoninutsöndringen hämmades till en tredjedel gentemot helt mörkt, även under den sista timman av en åttatimmars mörkerperiod. Kalvarna i studien av Stansiewski *et al.* (1988), som fick konstant ljus med intensiteten 525 lux, fick inte heller den normalt nattliga ökningen av melatonin. Dock fick de inte heller högre prolaktinnivåer än de kalvar som fick 8 timmar ljus och 16 timmar mörker, vilket tyder på att en dygnsrytm eller variation mellan dag och natt är viktigt för prolaktinutsöndringen. Även Buchanan *et al.* (1992) hävdar att en variation i ljus mellan dag och natt är viktig för att kunna upprätthålla en dygnsrytm.

Tillväxthormon (GH) och Somatomedin C (IGF-1)

Studier har visat att nivåerna av tillväxthormon och IGF-1 i blodet ökar med dagslängden (Kendall *et al.*, 2003; Dahl *et al.*, 1997). Tillväxthormon bidrar till att kon kan hålla en hög mjölkproduktion genom hela laktationen och även till att en redan påbörjad laktation blir beständigare. Detta sker genom att hormonet förhindrar nedbrytning av vävnader och bidrar även till att juvercellerna bättre tar upp näringsämnen från blodet. Ökad koncentration av tillväxthormon i blodet ger även ökad aptit och därigenom ökat foderintag (Sjaastad *et al.*, 2010). Då IGF-1-koncentrationen i blodplasma sjunker frisätts mer tillväxthormon, som i sin tur stimulerar ökad IGF-1-produktion (Sjaastad *et al.*, 2010; Kendall *et al.*, 2003). Produktionen av tillväxthormon påverkas med största sannolikhet inte direkt av ljusprogram, men ett antal studier visar att det finns ett samband mellan produktionen av IGF-1 och ljusprogram (se review av Dahl *et al.*, 2000).

Det finns ett flertal studier där samband mellan förlängd ljusperiod och koncentration av IGF-1 studerats. Vanligen mäts koncentrationen IGF-1 i blodplasma, då halveringstiden för IGF-1 är för kort för att ge säkra resultat (Sjaastad *et al.*, 2010). Kendall *et al.* (2003) visade att frisättningen av IGF-1 var större och antalet receptorer för tillväxthormon fler hos kalvar som fick lång ljusperiod istället för kort ljusperiod. Dahl *et al.* (1997) gjorde ett försök på kor i laktation och fick liknande resultat gällande IGF-1. De kor som fick 18 timmar ljusperiod istället för en naturlig ljusperiod med mindre än 13 timmar ljus dagligen fick även en högre mjölmängd.

Material och metoder

Studien bestod av två separata delar. En rikstäckande enkätstudie och en praktisk ljusmätning på nattbelysning på gårdar inom en tiomilsradie runt Uppsala.

Enkätstudie

Genom en enkät är det lätt att få ett stort antal svar på kort tid jämfört med en kvalitativ intervju. Eftersom enkäter är mer anonyma än en personlig intervju känner inte heller den tillfrågade samma behov av att framställa sig eller sin produktion mer positiv än vad den i verkligheten är, vilket ger ett mer verklighetsförankrat svar. Det är viktigt att frågorna i enkät är lätta att förstå och relevanta för ämnet, då den tillfrågade inte kan få handledning då denne ska svara på dem. Risken med en enkät är att frågorna kan tolkas olika av olika respondenter, vilket ger en osäkerhet i resultatet (Bell & Bryman, 2013). För utformandet av enkäten (Bilaga 1), användes programmet Netigate (Netigate, 2015). Enkätfrågorna arbetades fram med hjälp av handledare på Sveriges lantbruksuniversitet och testades på handledare samt fyra husdjursagronomstudenter. Enkäten distribuerades över internet, vilket krävde att respondenterna hade en mejladress ansluten till Växa Sveriges kundregister, respondenter i denna rapport avser lantbrukare som svarat på enkätfrågorna. Urvalskriterium för gårdarna var att korna skulle hållas i lösdriftssystem. För att administrera utskicket av enkäten konsulterades Nils-Erik Larsson på Växa Sverige. Med hjälp av Växa Sveriges kundregister skapades en mejllista över de gårdar som uppfyllde kriterierna lösdrift samt mejladress ansluten till kundregistret. Detta gav 935 potentiella respondenter över hela landet. Enkäten skickades ut med en presentation av studien samt en länk som var direkt kopplad till enkäten. Enkäten hölls öppen för svar mellan 2015-10-12 och 2015-11-09. Frågorna i enkäten delades upp i olika stycken. Först ställdes ett antal grundläggande frågor avseende respektive gårds produktion, därefter följde frågor om belysning och belysningsanvändning.

För att förstå tolkningen av resultaten från enkäten följer här en beskrivning av de alternativ som fanns på flervalsfrågorna. *Strömbrytare* avser att lantbrukaren själv tänder och släcker ljuset i ladugården, samt kopplar om mellan dag- och nattbelysning. *Timer* avser att en klocka per automatik gör detta. *Ljusrelä* avser att ett relä automatiskt stänger av dagbelysningen då dagarna är så pass ljusa att dagbelysning inte är nödvändigt. *Skymningsrelä* avser att ett relä tänder nattbelysningen då dagsljuset sjunker under en viss nivå. *Strategi för belysning* innebär att respondenten på något sätt har en tanke med hur belysningen är tänd. Detta betyder att om dagbelysningen på rutin är tänd av någon annan anledning än arbete i ladugården, finns en strategi. Om respondenten tänker på något annat än lagkravet (SJVFS 2010:15) då nattbelysningen används, finns en strategi. *Timmar dagbelysning* avser det antal timmar då den belysning som är avsedd att motsvara dagsljuset eller används som arbetsbelysning är tänd. *Timmar nattbelysning* avser det antal timmar som dämpad belysning används i ladugården.

Mätningar

För rekrytering av gårdar till mätningarna kontaktades fyra mjölkproducenter vars kontaktuppgifter förmedlats via rådgivare Hanna Nilsson på Växa Sveriges Uppsalakontor. En av dessa förmedlade i sin tur kontaktuppgifter till fler mjölkproducenter i Uppsalas närområde. Från början var 25 gårdar aktuella att kontakta för studien, tre gårdar valdes bort på grund av lång färdväg och två gårdar gick ej att få kontakt med. Totalt 20 gårdar kontaktades för en intressekoll och beskrivning av studien. Tre gårdar avböjde med anledning av problem med eller

underhåll av nattbelysningen, en gård ville ej delta. De resterande 16 gårdarna märktes ut på en karta (bilaga 2) för att kunna planera körningarna. Mätningarna bedömdes ta maximalt en timma per gård och skedde efter klockan sex på kvällen.

I alla ladugårdar mättes först ljusintensiteten på foderbordet, för att undvika att gödsel skulle kontaminera fodret. Därefter mättes skrapgångar samt liggbås vid positionen där korna har huvudet då de ligger ner i båsen. På foderborden mättes ljusintensiteten på cirka 20 cm höjd, i skrapgångarna på cirka 50 cm höjd och i liggbåsen på cirka 20 cm höjd. Beroende på belysningens placering och ljusets spridning gjordes olika antal mätningar i olika ladugårdar. Där ljuset upplevdes som jämnast mättes foderbord, en skrapgång och en rad liggbås. I öppna ladugårdar med ojämnt ljus mättes i regel foderbord, två skrapgångar och två liggbåsrader. I ladugårdar med flera olika avdelningar hanterades dessa som separata ladugårdar, vilket gav fler mätpunkter i dessa.

Antalet mätpunkter i respektive ladugård baserades på ovanstående faktorer. I grund och botten tillämpades de instruktioner som återfinns i Starby (2006), att mätningarna gjordes var tredje meter på såväl längden som bredden. Dock fick mätningarna på bredden anpassas till ladugårdens utformning. För mätningarna användes en luxmeter (Clas Ohlson Light Meter standard ST-1300). Mätningarna skedde alltid på inställningen max 200 lux med en mätnoggrannhet på 0,1 lux, då detta gav högst säkerhet för det aktuella ljusintensitetsintervallet.

Statistisk analys

Enkätstudie

Då slutdatumet för enkäten var passerat exporterades rådata från enkäten till Microsoft Excel för statistisk analys. För att undersöka samband mellan belysningstid, handhavandestrategier och mjölkavkastning användes χ^2 -test. Variabeln ”timmar dagbelysning” delades in i två klasser: 1) 16-18 timmar belysning och 2) färre timmar/konstant belysning (ingen respondent angav 19-23 timmar). Klassindelningen gjordes efter rekommendationer i litteraturen gällande belysningstimmar dagtid. Belysningsstimmar nattetid delades in i två klasser: 12 timmar belysning eller mer, samt mindre än 12 timmar belysning. Indelningen i dessa klasser gjordes efter mediantalet timmar nattbelysning i resultaten från enkätstudien. Då automatisk belysningsstyrning nämns avses en sammanslagning av kategorierna timer och relä.

Variabeln mjölkavkastning var inte normalfördelad och kategoriserades som under eller över medianen. Då mjölkavkastningen skiljer sig markant mellan ekologisk och konventionell produktion stratifierades analysen på produktionsform, d.v.s. ekologisk eller konventionell produktion. För konventionell produktion delades mjölkavkastningen in i följande klasser: 10 200 kg ECM eller mer, samt mindre än 10 200 kg ECM. För ekologisk produktion delades mjölkavkastningen in i följande två klasser: 9100 kg ECM eller mer samt mindre än 9100 kg ECM. Stratifieringen mellan ekologiskt och konventionellt gjordes enbart för jämförelser där avkastning ingick. Kalvningsintervall delades efter medianen in i två kategorier: kort kalvningsintervall (11-12 månader), samt längre intervall.

Mätningar

För att kontrollera om resultatet för gårdarna kring Uppsala stämde överens med resultaten från enkäten testades samma samband för dessa. Belysningstimmar delades in i samma klasser som för enkäten. Mjölkavkastning delades efter medianen in i kategorierna konventionell produktion

> 10 600 kg ECM, konventionell produktion < 10 600 kg ECM, ekologisk produktion > 9000 kg ECM samt ekologisk produktion < 9000 kg ECM. Kalvningsintervall delades efter medianen in i kategorierna kort kalvningsintervall (11-12,5 månader), samt längre intervall.

Resultat

Enkätstudie

Av de 935 gårdar som enkäten skickades ut har 157 respondenter öppnat enkäten och svarat på minst en fråga. Totalt har 119 respondenter fullständigt gått igenom enkäten, varav alla dessa har svarat på flervalsfrågorna och 117 har svarat på fritextfrågorna med besättningsuppgifter. Räknat på 119 respondenter blir svarsfrekvensen 12,7 %. Svarstiden på enkäten var 28 dagar, från 12:e oktober 2015 fram till 9 november 2015, median svarstid på enkäten var 4 minuter och 30 sekunder.

Beskrivande statistik

Av respondenterna uppgav 71 % att de har konventionell produktion och 29 % ekologisk produktion. Medelkoantalet för konventionella besättningar var 128 och mediankoantalet 95 med en variation mellan 20 och 680 årskor. För ekologiska besättningar var medelkoantalet 152 och mediankoantalet 90 med en variation mellan 35 och 1300 årskor. Fördelningen av Svensk Holstein (SH) och Svensk Röd Boskap (SRB) återfinns i tabell 1.

Tabell 1 – Fördelning av Svensk Holstein (SH) och Svensk Röd Boskap (SRB) i konventionella och ekologiska besättningar.

	Andel av konventionella besättningar (%)	Andel av ekologiska besättningar (%)
Enbart SH	10	6
Övervägande SH	37	47
Hälften SH och SRB	20	11
Övervägande SRB	22	19
Enbart SRB	11	17

Tabell 2 – Mjölkkavkastning i kg Energikorrigerad mjölk (ECM), kalvningsintervall och Inseminationer/serie fördelat efter produktionsform och ras. De respondenter som angivit svarsalternativen "övervägande SH" eller "övervägande SRB" är här inkluderade under SH och SRB. *Inseminationer per serie (ins./serie) innebär det antal inseminationer som krävs för att få en ko dräktig under en laktationsperiod (Växa Sverige, 2016-01-16).*

	Mjölkkavkastning (kg ECM)	Kalvningsintervall (månader)	Inseminationer/serie* (antal)
Konventionellt SH	10245	12,7	1,8
Konventionellt SRB	10288	12,1	1,9
Konventionellt SH och SRB	10090	12,9	1,7
Ekologiskt SH	9170	12,6	1,8
Ekologiskt SRB	9255	13,9	1,7
Ekologiskt SH och SRB	9100	12,8	1,9

Strategier för belysning

Av konventionella och ekologiska respondenter uppgav 74 % respektive 90 % att de har en strategi för hur de använder dagbelysningen. Respondenter som sa sig ha en strategi för hur dagbelysningen används hade i högre utsträckning andra alternativ av belysning än

lysrörsarmaturer ($p<0,1$) (Tabell 3). De hade även i större utsträckning automatisk styrning av belysningen genom timer eller ljusrelä ($p<0,05$) (Tabell 4). Av respondenter som uppgav att de har en strategi för dagbelysningen uppgav 85 % att de även att de har en strategi för nattbelysningen. Av respondenterna som uppgav att de inte har någon strategi för dagbelysningen uppgav 68 % att även strategi saknas för nattbelysningen.

Tabell 3 – Fördelning av belysningstyp beroende på om det finns en strategi eller ej för belysningen

	Dag					Natt					
	L	Led	HTN	MH	Total	L	G	Led	Röd	Övr	Total
Strategi finns	55	8	12	25	100	51	20	13	6	10	100
Strategi finns ej	72	4	12	12	100	87	7	0	0	6	100

(L=lysrör, G=glöd- eller halogenlampor, Led=ledlampor, HTN=Högtrycksnatrium, MH=Metallhalogen, Röd=nattbelysning med rött sken, Övr=övrig belysning)

Tabell 4 – Fördelning av belysningsstyrning beroende på om det finns en strategi eller ej för belysningen

	Dag					Natt				
	S	S+R	T	T+R	Total	S	R	T	T+R	Total
Strategi finns	54	3	20	23	100	42	18	25	15	100
Strategi finns ej	75	13	4	8	100	54	32	14	0	100

(S=strömbrytare, R=relä, T= timer)

Andel respondenter som uppgav att det fanns en strategi utöver lagkravet för hur nattbelysningen användes var 71 % av konventionella och 78 % av ekologiska. De respondenter som uppgav att de hade en strategi för nattbelysningen hade i större utsträckning andra alternativ än lysrörsbelysning ($p<0,01$) (Tabell 3). Dock var inte kopplingen lika stark mellan strategi för nattbelysningen och styrning av nattbelysningen (Tabell 4).

Andel respondenter som uppgav att de byter ljuskällor då de går sönder var 94,5 %, 3,5 % uppgav att alla ljuskällor byts vid samma tidpunkt varje år oavsett de är trasiga eller ej.

Tabell 5 – Rutiner för rengöring av armaturer

	Andel av respondenter (%)
I samband med byte av trasig ljuskälla	37,6
Årligen i samband med tvätt eller byte av ljuskällor	46,2
Då ljusgenomströmningen är märkbart dålig	13,7
Aldrig	2,5

Samband mellan belysningsstyrning, belysningstimmar och avkastning

Medelantal timmar för dagbelysning var 11,5 timmar och medelantal timmar för nattbelysning var 10,4 timmar för alla gårdar. Det fanns ett signifikant ($p<0,01$) samband att de respondenter med 16-18 timmar dagbelysning i större utsträckning befann sig i kategorin automatisk belysningsstyrning. Bland gårdar med 16-18 timmar dagbelysning hade 23 gårdar automatisk belysningsstyrning och 7 manuell belysningsstyrning. Bland gårdar med mindre än 16 timmar dagbelysning eller konstant belysning hade 34 gårdar manuell belysningsstyrning och 30 gårdar automatisk belysningsstyrning. Det fanns även ett signifikant ($p<0,01$) samband att de respondenter med mindre än 12 timmar nattbelysning i större utsträckning befann sig i kategorin

automatisk belysningsstyrning. Bland gårdar med mindre än 12 timmar nattbelysning hade 40 gårdar automatisk belysningsstyrning och 23 gårdar manuell belysningsstyrning. Bland gårdar med 12 timmar nattbelysning eller mer hade 26 gårdar manuell belysningsstyrning och 21 gårdar automatisk belysningsstyrning

Det fanns ett signifikant ($p < 0,01$) samband mellan att ha automatiskt styrd dagbelysning och befinna sig i gruppen högavkastande gårdar. Av högavkastande gårdar hade 31 gårdar automatiskt styrd belysning och 24 gårdar manuellt styrd belysning. Av lågavkastande gårdar hade 30 gårdar manuellt styrd belysning och 21 gårdar automatiskt styrd belysning.

Det fanns ett signifikant ($p < 0,01$) samband mellan att ha 16-18 timmar dagbelysning och befinna sig i gruppen högavkastande gårdar. Bland gårdar med 16-18 timmar dagbelysning var 21 gårdar högavkastande och 12 gårdar lågavkastande. Bland gårdar med mindre än 16 timmar dagbelysning eller konstant belysning var 41 gårdar lågavkastande och 35 högavkastande. Det fanns även ett signifikant ($p < 0,01$) samband mellan att ha nattbelysningen tänd färre än 12 timmar per dygn och befinna sig i gruppen högavkastande gårdar. Bland gårdar med mindre än 12 timmar nattbelysning var 37 gårdar högavkastande och 31 lågavkastande. Bland gårdar med 12 timmar nattbelysning eller mer var 22 gårdar lågavkastande och 20 gårdar högavkastande.

Samband mellan belysningstimmar och kalvningsintervall

Medelvärdet för kalvningsintervall var 12,5 månader och medianvärdet 12 månader. Antalet gårdar med 16-18 timmar dagbelysning hade i större utsträckning än övriga gårdar 11-12 månaders kalvningsintervall ($p < 0,005$).

Tabell 6 - Antal gårdar och andel av gårdar inom parametern belysningstimmar med 11-12 mån eller längre kalvningsintervall beroende av timmar dagbelysning.

	16-18 timmar dagbelysning	<16 timmar eller konstant dagbelysning
11-12 månader kalvningsintervall	19 (59,4 %)	56 (52,8 %)
>12 månader kalvningsintervall	13 (40,6 %)	50 (47,2 %)
Totalt	32 (100 %)	106 (100 %)

Ljushmätningar

Beskrivande statistik

Av de 15 gårdar där nattbelysning mättes i studien hade fem ekologisk produktion och tio konventionell produktion. Medelavkastning på gårdar med ekologisk produktion var 9000 kg ECM med en variation mellan 6000 kg ECM och 11 500 kg ECM. På gårdar med konventionell produktion var medelavkastningen 10 500 kg ECM med en variation mellan 9500 kg ECM och 11 500 kg ECM. Kalvningsintervallet var i genomsnitt 12,5 månader för konventionella gårdar och 13 månader för ekologiska gårdar, två gårdar har ej lämnat uppgifter gällande avkastning, ljus och kalvningsintervall.

Det fanns ett signifikant ($p < 0,01$) samband mellan att ha automatiskt styrd dagbelysning och befinna sig i gruppen högvastande gårdar. Bland högvastande gårdar hade 5 gårdar automatisk belysningsstyrning och 2 gårdar manuell belysningsstyrning. Bland lågvastande gårdar hade 3 gårdar manuell belysningsstyrning och 3 gårdar automatisk belysningsstyrning.

Det fanns ett signifikant ($p < 0,01$) samband mellan att ha 16-18 timmar dagbelysning och befinna sig i gruppen högvastande gårdar. Bland gårdar med 16-18 timmar dagbelysning var 4 högvastande och inga lågvastande. Bland gårdar med mindre än 16 timmar dagbelysning eller konstant belysning var 6 gårdar lågvastande och 3 gårdar högvastande. Alla gårdar hade mindre än 12 timmar nattbelysning

Ljusstyrka

Medelvärde av gårdarnas individuella medelvärden för nattbelysningens ljusintensitet var 9,7 lux med en variation mellan 0,5 lux och 54,6 lux, medianen var 8,7 lux. Vid foderborden var medelintensiteten 12,4 lux, i gångarna 10,1 lux och i liggbåsen 7,6 lux Specifiserade mätresultat för respektive gård återfinns i tabell 7.

Tabell 7 – Besättningsuppgifter, typ av nattbelysning, styrning av belysning och rutiner för belysningsanvändning Resultatsammanställning, mätning av nattbelysningens intensitet (lux), medelvärden

Gård	Produktions- form	Besättning (antal kor)	Avkastning (kg ECM)	Kalvnings- intervall (månader)	Natt- belysning	Styrning	Dagbelysning (timmar)	Nattbelysning (timmar)	Totalt (lux)	Foderbord (lux)	Liggbås (lux)	Gångar (lux)
1	Ekologisk	60	8500	12	L+G	S	14,5	9,5	0,6	0,3	0,2	1,1
2	Ekologisk	140	9000	13	L	S	12	12	19,3	31,9	15,1	14,4
3	Konventionell	100			L	S	24	0	54,6	55,3	38,5	70,4
4	Konventionell	140	9500	11,5	L	S	6,5	10	8,7	0,2	6,9	13,2
5	Konventionell	180	11500	12	Röd led	T	18	6	1,5	1,1	1,8	1,7
6	Ekologisk	60	6000	14,5	HTN	T	15,5	8,5	7,0	0,6	5,4	11,5
7	Konventionell	140	11500	12,5	L	T+R	3	10,5	12,5	16,3	14,1	13,4
8	Konventionell	150	11000	12,5	L+G	S	14,5	9,5	12,6	0,6	2,6	4,7
9	Konventionell	70	11500	13	Röd L	T+R	12	5	0,7	0,5	0,8	0,8
10	Konventionell	130	10000	11,5	MH	S	12,5	11,5	12,1	31,5	4,7	7,4
11	Konventionell	180			Led	T	16	8	24,4	36,3	17,5	20,9
12	Konventionell	100	10500	13,5	L	T	15	9	14,8	13,4	11,5	21,8
13	Konventionell	160	10000	13	HTN	T	12	8	14,1	24,4	8,7	12,5
14	Ekologisk	90	11500	13,5	L	T	18	6	6,0	7,2	3,5	7,2
15	Ekologisk	120	10000	12	Hg	T	19	5	8,7	8,7	6,7	10,6

L=lysrör

G=glöd- eller halogenlampor

Led=ledlampor

HTN=Högtrycksnatrium

MH=Metallhalogen

Röd= nattbelysning med rött sken

Hg=kviksilverlampor

S=strömbrytare

R=relä

T= timer

Diskussion

Ras, mjölkavkastning och fertilitet

I tabell 2 framgår att SRB hade högre ECM-avkastning än SH i såväl konventionella som ekologiska besättningar. Detta är anmärkningsvärt då medelavkastningarna under kontrollåret 2014 var 10065 kg ECM för SH 9352 kg ECM för SRB (Växa Sverige, 2016-04-05). En förklaring kan vara att fler respondenter med SH än med SRB i enkäten angett avkastningen i kg mjölk istället för kg ECM. En annan förklaring kan vara att de gårdar som svarat inte är representativa för landets genomsnitt. Vad som mer var anmärkningsvärt var att de grupper som hade kortare kalvningsintervall hade fler inseminationer/serie. En förklaring till detta skulle kunna vara att de med längre kalvningsintervall missar fler brunster eller eftersträvar ett långt intervall, vilket leder till färre inseminationer/serie.

Ekologiska och konventionella gårdar

Konventionella och ekologiska gårdar har särskilts i resultatet, inte för att lantbrukarna gör olika val gällande management för belysning, utan snarare för att avkastning kopplats till belysningstimmar och management för belysning. Om produktionsgrenarna inte särskilts kunde detta annars gett missvisande resultat, då några ekologiska gårdar med hög avkastning annars riskerat hamna i kategorin konventionella gårdar med låg avkastning och vice versa.

Dagbelysning

Kostnad för belysning kontra ökad produktion

Kostnaden för att använda full belysning 16-18 timmar per dygn är högre jämfört mot att enbart använda full belysning då arbete utförs i ladugården. För att spara ström kan det därför vara aktuellt att släcka dagbelysningen de tider då inget arbete utförs i ladugården. Dock visar studier (Phillips & Schofield 1989; Dahl *et al.*, 2012), att dagslängden direkt påverkar mjölkavkastningen genom ökad prolaktinfrisättning vid ökad dagslängd?, samtidigt som andra studier (Stanisiewski *et al.*, 1988; Muthuramalingam *et al.*, 2006) visar att ökad dagslängd hämmar melatoninfrisättning, vilket i sin tur bidrar till att plasmaprolaktin och mjölmängd upprätthålls (Buchanan *et al.*, 1991; Sanchezbarcelo *et al.*, 1991). Denna trend sågs även i såväl enkätundersökningen som mätningarna i fält, där 16-18 timmar dagbelysning hade positiv inverkan på mjölkavkastningen. Det går förstås inte utesluta att andra faktorer än belysning påverkat skillnaderna i mjölkavkastning. Dock visade enkäten på signifikanta samband mellan belysningstimmar och mjölkavkastning, vilket visar på kopplingar mellan management för belysningen och management för andra grenar inom produktionen som är positiva för mjölkavkastningen. Den inkomstökning som genereras av höjd mjölkavkastning till följd av ökad dagslängd, (Phillips & Schofield 1989; Dahl *et al.*, 2012; Stanisiewski *et al.*, 1988; Muthuramalingam *et al.*, 2006; Buchanan *et al.*, 1991; Sanchezbarcelo *et al.*, 1991) överväger kostnaderna för att ha full belysning i ladugården de timmar som krävs för att uppnå totalt 16-18 timmars dagslängd. Resultaten från enkätstudien tillsammans med resultaten från ljusmätningarna i denna studie visar att det inte är speciellt vanligt förekommande att tillämpa konstant belysning (24 timmar), även om det förekommer. Tidigare studier har visat att det inte finns någon fördel med att ha konstant belysning jämfört med 16-18 timmar dagbelysning, då det sänker prolaktinnivåerna i plasman (Stanisiewski *et al.*, 1988), vilket i sin tur påverkar laktationen negativt (Sjaastad *et al.*, 2010).

Belysningstimmar och avkastning

Det fanns samband mellan de antal timmar som korna får dagbelysning respektive nattbelysning beroende på hur belysningen styrs. Gårdar med något av de automatiska alternativen timer eller ljusrelä för styrning av dagbelysning, hade fler belysningstimmar än gårdar med manuell belysningsstyrning. Detta beror troligen på att många respondenter med manuell belysningsstyrning har tänt då de jobbar i ladugården under morgon och förmiddag, samt eftermiddag och kväll. En timer kan däremot hålla tänt mellan 04 och 10, samt 16 och 23, vilket då ger betydligt fler belysningstimmar. En av gårdarna där mätningar utfördes och flera gårdar i enkäten hade hög avkastning trots få belysningstimmar. En anledning till detta kan vara att gården använde sig av en timer för att styra belysningstimmarna kompletterat med ett relä som släcker belysningen då dagsljuset är tillräckligt starkt. Belysningstimmarna blir då färre, trots att ljusstimmarna blir densamma och lantbrukaren sparar elektricitet. Enkätstudien visade att de gårdar med 16-18 timmar dagbelysning i större utsträckning låg i kategorin högavkastande gårdar. Detta stämmer väl överrens med resultaten från Phillips & Schofield (1989) och Dahl *et al.* (2012) studier.

Kalvningsintervall och dagbelysning

Enkätsvaren visade att respondenter med 16-18 timmar dagbelysning ofta befann sig i kategorin 11-12 månaders kalvningsintervall, vilket visar att lantbrukare med detta kalvningsintervall även följer litteraturens rekommendationer (Phillips & Schofield, 1989, Dahl *et al.*, 2012 och Small *et al.*, 2003) för dagbelysning. Detta styrks av resultat från Dahl *et al.* (2012) och Small *et al.* (2003), där kor som fick mer dagsljus efter kalvning kom i brunst tidigare. Reksen *et al.* (1999) fann att reproduktionsresultaten var bättre för gårdar med dämpad nattbelysning gentemot gårdar utan nattbelysning. Det kan därför tyckas motsägelsefullt att Phillips & Schofield (1989) kom fram till att kort dagslängd var positivt för tydligare brunstbeteende, dock borde det vara mer fördelaktigt med en tidigare brunst än en sen och tydligare brunst om lantbrukaren är observant och målet är ett kort kalvningsintervall. Dessutom kan det vara svårt att upptäcka brunster i en mörk ladugård, vilket ytterligare talar för att fler timmar dagsljus och användande nattbelysning skulle påverka reproduktionsresultaten positivt.

Nattbelysning

Utformning

Det var stora skillnader i nattbelysningens utformning på de olika gårdarna som deltog i mätningarna. Vissa gårdar hade valt att använda de ljuskällor som användes till dagbelysning även för nattbelysning, antingen genom att ett mindre antal är tillkopplade, eller genom att alla är tillkopplade men med en lägre effekt (dimmer). Andra gårdar använde separata ljuskällor för nattbelysningen, antingen ett fåtal konventionella lysrörsarmaturer eller glödlampor, eller ljuskällor speciellt utformat för att användas som nattbelysning. Den skillnad som märktes var att de gårdarna med många svaga ljuskällor hade en jämnare ljusintensitet över hela ladugården, vilket minskar risken att korna väljer plats i ladugården beroende på ljuset. Val av plats beroende på ljusförhållande skulle kunna förekomma, då exempelvis Phillips *et al.* (2000) visade att kor ogärna rör sig på mörka gångar och Phillips & Schofield (1989) visade att korna valde olika platser i ladugården beroende på ljusförhållandena. Vad som motsäger detta är resultaten från Pettersson & Wiktorsson (2004), där en del av försöket var just val av plats beroende på ljusintensitet. Men eftersom Phillips *et al.* (2000) visade att underlag och ljus i kombination spelar roll, hade ett försök med olika ljus och olika underlag där val av plats dokumenteras

behövt göras för att få säkra resultat. Vissa gårdar hade valt att koncentrera nattbelysningen över foderbordet, medan vissa valt att inte ha något ljus alls över foderbordet, vilket också kan kopplas till Phillips & Schofield (1989), då korna i större utsträckning vistades vid foderbordet under dygnets mörka del då belysning användes.

Intensitet

Med hänsyn till hur korna rör sig i olika ljusmiljöer (Phillips *et al.* 2000), bör intensiteten för nattbelysningen överstiga 36 lux, vilket den gjorde för en gård. På en annan gård uppmättes 36 lux vid foderbordet.

Tar vi istället hänsyn till melatoninfrisättningen bör nattbelysningens intensitet inte överstiga 50 lux, eftersom flera studier (Lawson & Kennedy, 2001; Muthuramalingam *et al.*, 2006) visar att intensiteter över detta riskerar påverka melatoninfrisättningen så pass att dygnsrytmen störs. Är avsikten att begränsa melatoninfrisättningen i avkastningsfrämjande syfte, bör enligt Lawson & Kennedy (2001) intensiteten för nattbelysningen överstiga 10 lux. Risken med att använda för hög ljusintensitet är dock att dygnsrytmen störs (Lawson & Kennedy, 2001; Muthuramalingam *et al.*, 2006). Sju av gårdarna hade ljusintensitet under 10 lux för nattbelysningen. Enligt Bal *et al.*, (1990) bör intensiteten ligga mellan 40 och 60 lux för att ge en positiv inverkan på avkastning och foderintag. Det var enbart en av gårdarna som låg i intervallet 40-60 lux och resterande sju gårdar låg i intervallet 10-40 lux.

Röd nattbelysning

Leverantörer av belysning till ladugårdar marknadsför nattbelysning med svagt rött sken. Anledningen att använda röd nattbelysning är enligt tillverkaren att skötaren ska kunna röra sig i ladugården utan att störa korna (Lely, 2016-04-05). Vid mätningarna på gårdar runt Uppsala uppfattades ladugårdar med svag röd nattbelysning som ljusare än ladugårdar med svag lysrörs- eller glödlampsbelysning, trots samma utslag på luxmetern. Troligen berodde detta på att antalet ljuskällor i ladugårdarna med röd belysning var fler men med ett svagare sken, medan lysrörs- eller glödlampsbelysning ger ett starkare sken precis vid ljuskällan, men ett väldigt svagt sken långt ifrån ljuskällan. Uetake & Kudo (1994) visade i sitt försök att kalvar uppfattade rött ljus sämre än annat ljus, men eftersom andra försök (Lawson & Kennedy, 2001; Stansiewski *et al.*, 1988; Muthuramalingam *et al.*, 2006) visat att melatoninfrisättning påverkas av intensiteten borde det inte ha någon betydelse ur det avseendet. Det som är av betydelse är snarare hur ljuset påverkar kornas beteende i lösdriften. Phillips & Lomas (2001) visade att kalvar var mer aktiva i rött ljus. Om detsamma gäller även för kor skulle detta kunna ha en positiv inverkan på foderintaget under denna del av dygnet, med de fördelar som kommande stycke tar upp. Röd nattbelysning är ett område där mer forskning krävs huruvida ljusets våglängd, färg och intensitet påverkar kon.

Foderintag och nattbelysning

Vid mätningarna konstaterades att variationen var stor kring hur belysningen var monterad i ladugårdarna. Medelvärdet för ljusintensitet sett till alla gårdar i studien var högst vid foderbordet, men variationen mellan gårdarna var stor, där gården med mest ljus vid foderbordet uppmätte 36,34 lux och gården med minst ljus 0,2 lux. Tanida *et al.*, (1984) visade att foderintaget är störst kring gryning och skymning. I och med detta borde det vara fördelaktigt att ha nattbelysning vid foderbordet. Det saknas dock belägg för att säga att belysning vid foderbordet leder till ökat foderintag under dygnets mörka del, men med avseende på resultat

från Phillips & Schofield (1989) samt Phillips *et al.* (2000), borde korna känna sig mer bekväma med att vara vid foderbordet om det finns belysning där. Dock visade Pettersson & Wiktorsson (2004) att ljusstyrka inte påverkar val av plats, vilket motsäger detta. Ökas andelen foder som intas kvällstid kan även foderutnyttjandet förbättras (Kennedy *et al.*, 2004). Av såväl mätningarna som enkäten framgår att vissa gårdar använder sig av konstant belysning dygnet runt. Detta har visat sig bland annat minska foderintaget (Tanida *et al.*, 1984) och kan därför inte rekommenderas.

Varför strategi för dagbelysning men inte för nattbelysning?

Forskningen visar på en förbättrad produktion och fertilitet med 16-18 timmar dagbelysning (Phillips & Schofield, 1989, Dahl *et al.*, 2012 och Small *et al.*, 2003), samtidigt som inget lagkrav ur djurvälståndssynpunkt finns gällande dagbelysning i ladugårdar. Detta förklarar att många lantbrukare har en tydlig strategi för dagbelysningen och att strategin främst är utformad för att förbättra produktionen. För nattbelysningen däremot är forskningen knapphändig. Reksen *et al.*, (1999) kom fram till att en komplettering av dagsljuset med nattbelysning ökade mjölkproduktionen, däremot fanns ingen jämförelse mellan att ha 16-18 timmar belysning och helt mörkt nattetid. Detta gör det svårt att påstå att det är just dämpad nattbelysning i sig som stod för avkastningsökningen, och inte bara det ökade antalet belysningstimmar. Från enkäten framgick att färre respondenter sa sig ha en strategi för nattbelysningen och skillnaden var mindre mellan konventionella och ekologiska gårdar. Eftersom det inte finns särskilt mycket forskning kring nattbelysning och lagkravet (SJVFS 2010:15) inte räknades som en strategi i enkäten, förklarar detta att färre respondenter säger sig ha strategi för nattbelysningen än för dagbelysningen. Det är alltså svårt att koppla strategi eller ej för nattbelysningen mot produktionsparametrar till skillnad mot strategi eller ej för dagbelysningen, eftersom det saknas grund i litteraturen.

Metod

De uppgifter som hämtades in från gårdarna där mätningar utfördes motsvarade de uppgifter som hämtades in från enkäten, vilket gjorde det möjligt att jämföra resultaten mellan delarna. Antalet gårdar där mätningar utfördes var få, men eftersom uppgifterna från gårdarna där mätningar utfördes hade likande samband som resultaten från enkäten bedömdes de som trovärdiga. För att ytterligare höja säkerheten för de gårdar där mätningar utfördes kunde fler gårdar ha rekryterats för studien. Målsättningen var att utföra mätningar på 20-25 gårdar, men fyra gårdar valde att inte delta i studien. Anledningar till detta var främst arbeten med gårdens elnät eller byte av ljuskällor under den period då mätningarna utfördes. Optimalt hade varit att göra ett större antal mätningar på gårdar över hela landet, detta hade dock inte varit praktiskt genomförbart inom den avsatta tidsperioden. Även säkerheten på mätningarna kan diskuteras, då mätningarna utfördes med en luxmeter av billigare typ som inte kalibrerats. Dock användes samma luxmeter vid alla mätningar, vilket säkerställer skillnad mellan gårdarna. För att kalibrera luxmetern kan en ljuskälla med säker intensitet användas och skillnaden mellan den kända intensiteten och mätvärdet motsvarar det eventuella mätfelet.

Urvalet av gårdar som fick enkäten får ses som begränsat då enbart gårdar med en mejladress registrerad hos Växa Sverige fick möjlighet att besvara enkäten. För ett säkrare resultat kunde en enkät i pappersform skickats ut till ett större antal gårdar, problemet hade då varit att få tag på adresser till alla gårdar. En webbaserad enkät är dessutom smidigt på så sätt att respondenten

slipper lägga tid på att posta tillbaka enkätsvaren, utan istället kan öppna och svara direkt i smarttelefon, surfplatta eller dator. Ingen påminnelse om att svara på enkäten skickades ut, då tidsplaneringen krävde att databearbetningen påbörjades. Hade enkäten skickats ut tidigare hade en påminnelse hunnits med, dock hade förstautskicket gått ut under höstbruket, vilket kunde sänkt svarsfrekvensen.

Slutsatser

Lantbrukare som har bra resultat för mjölkavkastning och fertilitet är medvetna i hur de använder belysningen i sin ladugård och har rutiner för detta. Även om skillnad finns i såväl utformning som utförande styr dessa lantbrukare aktivt ljuset på ett sätt som har stöd i litteraturen. Gårdar som hade 16-18 timmar dagbelysning, alternativt timer och relä kombinerat som belysningsstyrning låg i större utsträckning i kategorierna högavkastande och 11-12 månaders kalvningsintervall.

Det finns stora variationer i hur nattbelysningen på mjölkgårdar i Uppsalaområdet är utformad. Vanligaste ljuskällan var lysrörsbelysning och medelintensiteten var 9,7 lux. Mer forskning gällande nattbelysningens inverkan på produktionen behövs, så att tydligare riktlinjer för belysning finns vid rådgivning och byggnation.

Referenser

Vetenskapliga artiklar

- Auldist M. J., Turner S-A., McMahon C. D., Prosser C. G. (2007). Effects of melatonin on the yield and composition of milk from grazing dairy cows in New Zealand. *Journal of Dairy Research* 74 ss. 52-57
- Bal M. A., Penner G. B., Oba M., Kennedy A. D. (2008). Effects of dim light at night on milk yield, milk composition and endocrine profile of lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 88 ss. 609-612
- Bell E., Bryman A. (2013). Företagsekonomiska forskningsmetoder. Upplaga 2. Stockholm. Liber förlag.
- Berthelot X., Laurentie M., Ravault J. P., Ferney J., Toutain P. L. (1990). Circadian profile and production rate of melatonin in the cow. *Domestic Animal Endocrinology* 7 ss. 315-322
- Clarke S., Eng P., House H. (2006) Energy efficient dairy lightning. *Fact Sheet 06-007, Food and rural affairs* 717. Ministry of agriculture, Ontario
- Dahl G.E., Petitclerc D. (2003). Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *Journal of Animal Science* 81 ss. 11-17
- Dahl G. E., Tao S., Thompson I. M. (2012) Lactation biology symposium: Effects of photoperiod on mammary gland development and lactation. *Journal of Animal Science* 90 ss. 755-760
- Hörndahl T., von Wachenfelt E., von Wachenfelt H. (2013) Belysning i stallbyggnader –Energieffektiv belysning och god djurvälstånd. *LTJ Rapportserie 2013:8*. Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik, Alnarp
- Jacobs G. H., Deegan J. F., Neitz J. (1997). Photopigment basis for dichromatic color vision in cows, goats, and sheep. *Visual Neuroscience* 15 ss. 581-584
- Kendall P. E., Auchtung T. L., Swanson K. S., Radcliff R. P., Lucy M. C., Drackley J. K., Dahl G. E. (2003). Effect of photoperiod on hepatic growth hormone receptor 1A expression in steer calves. *Journal of Animal Science* 81 ss. 1440-1446
- Kennedy A. D., Bergen R. D., Lawson T. J., Small J. A., Veira D. M. (2004) Effects of evening feeding and extended photoperiod on growth, feed efficiency, live animal carcass traits and plasma prolactin on beef heifers housed outdoors during two Manitoba winters. *Canadian Journal of Animal Science* 84 ss. 491-500
- Lawson T. J., Kennedy A. D. (2001) Inhibition of nighttime melatonin secretion in cattle: threshold light intensity for dairy heifers. *Canadian Journal of Animal Science* 81 ss. 153-156
- Miller A. R. E., Stanisiewski E. P., Erdman R. A., Douglass L. W., Dahl G. E. (1999) Effects of long daily photoperiod and bovine somatotropin (Trobect) on milk yield in cows. *Journal of Dairy Science* 82 ss. 1716-1722
- Miller A. R. E., Erdman R. A., Douglass L. W., Dahl G. E. (2000) Effects of photoperiodic manipulation during the dry period of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83 ss. 962-967
- Muthuramalingam P., Kennedy A. D., Berry R. J. (2006) Plasma melatonin and insulin-like growth factor- 1 responses to dim light at night in dairy heifers. *Journal of Pineal Research* 40 ss. 225-229
- Pettersson G., Wiktorsson H-E. (2004). Illumination or guiding light during night hours in the resting area of AM-barns. *Proceedings international symposium, Automatic milking – A better understanding* ss. 468-473. Wageningen academic publishers, Wageningen, Nederländerna.
- Philips lightning (2015-12-18). Tillgänglig: <http://www.lighting.philips.se/>
- Produkter/produktkatalog/ljuskällor [2015-12-18]
- Phillips C. J. C., Lomas C. A. (2001). The Perception of Color by Cattle and its Influence on Behavior. *Journal of Dairy Science* 84 ss. 807-813
- Phillips C. J. C., Schofield S. A. (1989). The Effect of Supplementary Light on the Production and Behavior of Dairy Cows. *Animal Production* 48 ss. 293-303
- Phillips C.J.C., Morris C.I., Lomas C.A., Lockwood S.J. (2000). The locomotion of dairy cows in passageways with different light intensities. *Animal Welfare* 9 ss. 421-431

- Reksen O., Tverdal A., Landsverk K., Kommisrud E., Bøe E., Ropstad E. (1999). Effects of Photointensity on Milk Yield and Reproductive Performance of Norwegian Red Cattle. *Journal of Dairy Science* 82 ss. 81-816
- Sjaastad Ø. V., Sand O., Hove K. (2010). Physiology of Domestic Animals. Scandinavian veterinary press. Oslo
- Small J. A., Glover N. D., Kennedy A. D., McCaughey W. P., Ward D. R. (2003). Photoperiod effects on the development of beef heifers. *Canadian Journal of Animal Science* 83 ss. 721-730
- Stanisiewski E. P., Chapin L. T., Ames N. K., Zinn S. A., Tucker H. A. (1988). Melatonin and Prolactin Concentrations in Blood of Cattle Exposed to 8, 16 or 24 hours of Daily Light. *Journal of Animal Science* 66 ss. 727-734
- Starby L. (2006). En bok om belysning. Ljuskultur. Stockholm
- Tanida H., Swanson L. V., Hohenboken W. D. (1984) Effect of Artificial Photoperiod on Eating Behavior and Other Behavioral Observations of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 67 ss. 585-591
- Tucker H. A. (2000) Hormones, mammary growth and lactation: a 41-year perspective. *Journal of Dairy Science* 83 ss. 874-884
- Uetake K., Kudo Y. (1994). Visual dominance over hearing in feed acquisition procedure of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. 42 ss. 1-9
- Velasco J. M., Reid E. D., Fried K. K., Gressley T. F., Wallace R. L., Dahl G. E. (2008) Short-day Photoperiod increases milk yield in cows with a reduced dry period length. *Journal of Dairy Science* 91 ss. 3467-3473

Övrigt

- Lely (2016-04-05). Lely utrustning för mjölkproduktion. Lösningar för ladugård, mjölkning och utfodring. Tillgänglig: http://www.lely.com/uploads/documents/Brochures/Dairy/Dairy_multiproduct_catalog/lely-dairy-sv.pdf [2016-04-05]
- Netigate (2016-01-14). Tillgänglig: <http://www.netigate.net/sv/> [2016-01-14]
- SJVFS 2010:15. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. Jönköping.
- Växa Sverige (2016-01-16). Tolkningsguide för Kokontrollen. Tillgänglig: http://www.vxa.se/Global/Dokument/Dokumentarkiv/Produkter%20och%20tj%C3%A4nster/Produktblad/Tolkningsguide_for_Kokontrollen.pdf [2016-01-16]
- Växa Sverige (2016-04-05). Husdjursstatistik 2015. Tillgänglig: http://www.vxa.se/Documents/Husdjursstatistik2015_ver2015-02-11.pdf [2016-04-05]

Bilagor

Bilaga 1 Enkätstudie

1. Vilken typ av produktion har du?

- ☐ Konventionell ☐ Ekologisk

2. Hur stort är totala antalet årskor?

_____ st

Vad ligger besättningens genomsnittliga avkastning på (KG ECM per ko och år) på?

_____ kg ECM

Hur många månader ligger besättningens kalvningsintervall på i genomsnitt?

_____ månader

3. Hur ser fördelningen av Svarta/röda kor ut?

- ☐ Bara svarta ☐ Övervägande svarta ☐ Ungefär hälften av varje
☐ Övervägande röda ☐ Bara röda

4. Förutom för arbetsbelysning, finns det någon strategi för hur belysningen i ladugården är tänd dagtid?

- ☐ Ja ☐ Nej

Vilken typ av ljuskälla används för ordinarie belysning?

- ☐ Konventionella lysrör ☐ Ledbelysning ☐ Metallhalogen
☐ Lågtrycksnatrium

Hur styrs ordinarie belysning?

- ☐ Vanlig strömbrytare ☐ Timer ☐ Ljusrelä ☐ Övrigt

5. Förutom lagkravet, finns det någon baktanke kring hur nattbelysningen är tänd?

- ☐ Ja ☐ Nej

Vilken typ av ljuskälla används i huvudsak för nattbelysning?

☐ Konventionella lysrör ☐ Glöd- eller halogenlampor ☐ Ledlampor

☐ Annat

Hur styrs Nattbelysningen?

☐ Vanlig strömbrytare ☐ Timer ☐ Skymningsrelä ☐ Övrigt

6. Vilken typ av dagsljusinsläpp har ladugården?

☐ Fönster ☐ Öppennock ☐ Öppna sidor med gardin

☐ Genomskinliga väggpartier ☐ Annat

7. Uppskattningsvis, i oktober, hur många timmar per dygn är ordinarie belysning tänd?

_____ timmar/dygn

Uppskattningsvis, i oktober, hur många timmar per dygn är nattbelysningen tänd?

_____ timmar/dygn

8. Hur ser rutinerna för byte av trasiga ljuskällor ut?

☐ Ljuskällorna byts ut varefter de går sönder

☐ Alla ljuskällor byts ut årligen oavsett de är trasiga eller ej

Hur ofta rengörs eventuella lampkupor?

☐ Då de tas ner vid byte av trasig ljuskälla

☐ Årligen i samband med tvätt eller byte av ljuskällor

☐ Då ljusgenomströmningen är märkbart dålig

☐ Aldrig

9. Tror du att ljusprogram kan påverka hälsa och reproduktion i besättningen?

☐ Ja ☐ Nej

Hur stor är sannolikheten att du i framtiden kommer införa en mer uttalad strategi för ljuset i ladugården (Markera på troligheten på skalan)

Inte så troligt <-----> Mycket troligt

Bilaga 2 Karta över gårdar

Gårdarna är markerade med svart på kartan.

